中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(2)：164～178（1998）

氣輔桿式噴藥機之研製 [1]

梁連勝　陸龍虎　顏秀榮 [2]

摘要：氣輔桿式噴藥機由承載底盤系統與噴藥作業總成等二主要機構組成，並由 16 馬力柴油引擎驅動。本機之噴藥系統由五個支系統構成，使用每平公分五公斤之低壓進行作業，並藉流速每秒 20 公尺以上輔助氣流之協助，引導藥霧進入植株叢中，提高農藥在植株上之附著。本機使用 TeeJetXR11003VS 噴頭，經田間試驗分析，各噴頭之出水量相對於總平均±10 %及相鄰噴頭出水量相對於兩者平均±5 %之比較結果，均未超過標準。而悠關噴藥效果之藥液附著度，經利用水試紙檢測結果，分析藥液在葉表及株桿之附著情形，其附著度與標準圖鑑比較後，附著度達 70 %以上者，佔總取樣數 90 %以上；而葉背附著度達 40 %以上者，亦佔總取樣數 90 %以上。

關鍵詞：氣輔、桿式、噴藥機。

前　言

爲確保農業之生產與產業利潤，世界各國對農作物之保護莫不竭盡所能地開發各種新應用科技作爲因應。其中應用化學藥劑爲傳統的農作物病蟲害防治方法，唯當前日益精進之生物防治技術以及基因遺傳工程等則爲生物科技在農業之應用。回顧在化學藥劑施用範疇中，除了對藥劑配方不遺餘力地開發研製，以推陳出新、提高用藥效果外，新型、高效率的噴藥設施與機具亦持續地發展，兩者互爲呼應，加速病蟲害防治施藥技術之進步。近年來有識之士有感於人類對地球環境與資源的過度取用與破壞，亟思爲保護人類永續生存之地球環境而努力。反觀我國的農業生產體系，本省一般農友對農作物之病蟲害防治作業習以洗藥爲尚，其用藥量實已超越了合理與經濟之原則，更遑論安全用藥與環境保護。同時所使用之器具與方法仍沿用近鄰日本之作業模式，噴霧時使用每平方公分 20 公斤之高壓，作業時農藥霧粒粒徑微細，致農藥飄移現象相當嚴重，相對地造成對鄰近環境之無形污染。Zhu[13]在其研究報告中分別指出，依據美國農部報告（USDA Economic Research Service 1990），近二十年來雖然農藥之使用有下降之趨勢，但據估計 1990 年比 1989 年在主要作物約增加 2 %，其中殺草劑佔農用藥劑總量之 86 %。很顯然地對環境、土壤及水資源造成污染（Pfalzer, 1993），基於病蟲害防治費用與環境污染之考量，基本上對農藥之使用應更精確與小心。病蟲害防治藥劑之應用在農業生產上扮演著十分重要之角色，而 90 %之藥劑是以噴霧機來施用。在一百年前已應用之最基本施用方法，目前仍被使用在現代農場上。唯這種傳統施藥方法仍有潛在之問題存在，諸如農藥使用量之誤用、作業中操作者曝露於高濃度之化學藥劑及殘留稀釋液或清洗用水之處理等之風險。對傳統施藥機具而言，定期校正施藥量是必要的工作。據 USEPA 及 USDA 指出，使用適用施藥機具時，用藥量之誤差必須低於建議使用量之 5 %。縱然如此，大多數之使用者仍無法按建議用量來用藥。據 Ozkan（1987）調查 32

1．臺灣省農業試驗所研究報告第 1943 號。

2．本所農業工程系研究員兼主任、助理研究員、助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

位使用者之結果，僅有七人用藥量低於±5％，不符建議用藥量之25人中，有1/3用藥過量，其餘2/3爲用量不足；Rider and Dickey（1982）指出不正確之校正爲施用錯誤之最大原因。這些問題起因於作業速度錯誤、噴頭蝕損、不適當之過濾器及不正確之計量等。依據Landers（1989）之調查指出，在折疊噴桿及清洗噴霧器傾倒廢水作業時，操作者係曝露在作業傷害之風險中。據Hislop等[4,5]指出，在1885年第一部氣輔噴霧機已應用在法國葡萄園。氣輔噴霧功能主要由氣流供應與噴霧兩系統職司其事，而氣流供應機構則由軸流風扇、承轉引導組件及氣囊等元件組成，以供應額定流速之穩定氣流。其作用係當由噴頭噴出之農藥霧粒與向下流動之高速氣流相遇時，藥霧被氣流吹送導引至作物株叢中；由於農藥霧粒在噴藥作業流程中，恆受輔助氣流之吹送與導引，故不受自然氣流之影響。由於氣輔噴霧技術與設備具有利用可控制氣流，以配合田間作物生長狀況，進行噴施作業，農藥霧粒藉氣流之引導，可穿透作物株叢，並利用氣流翻動作物葉片提高藥液在葉背之附著度，可增加病蟲害防治效果；同時藉輔助氣流之高動量，降低大自然天氣對噴藥作業之影響，可有效提高噴藥機械之田間作業效率100～150％，及降低農藥霧粒之漂移50～90％，具有減少農藥使用量之趨勢等優點，係目前較被廣爲推薦以減低農藥飄移之一種噴藥技術。爲徹底解決本省傳統噴藥作業之錯誤習慣，依據張等[2]之出國研習報告，渠等首度建議引進氣輔式噴霧機。本項技術雖非新觀念，但依據Quanquin[7]之評估指出，氣流輔助減少噴霧飄移達50～90％，且可增加霧粒在作物或雜草之附著度。Taylor與Andersen[10]對Hardi Twin System應用扇形噴頭進行噴霧作業之探討結果，在8.5m/s之風速下使用氣輔噴霧之飄移量，相當於利用傳統無輔助氣流之噴霧機，在風速小於4.5m/s時作業之漂移量。Watson與Wolff[12]在其報導中指出，當地表有覆蓋植物時，在其株欉中藉氣流之吹送與導引，可有效改善植株整體之附著情形與附著均勻等作業效果。Panneton等[6]在其研究指出，氣流速度對葉面附著情形影響最大，較高之氣流流速與流量，相對地增加葉面附著；該研究之結論爲應用高於25m/s及流量大於0.9m^{3}s/m之輔助氣流進行作業，噴霧狀況最佳。蔡[3,11]與Ozkan在其研究中，以多因子變方分析選定輔助氣流之流速爲40m/s、氣流量1.7m^3/s/m及15度之氣流作業角度，可確保降低農藥飄移與減少供應氣流所需功率等較佳之效益。Smith氏等[8]對氣流屏障之研究結果，以氣流截面寬2.5 cm與氣流出口速度7.1m/s僅對自然風速低於2.1m/s時才有效，此一研究結論未作進一步評估，致影響早期氣流屏障在噴霧技術上之應用。歐美大型農場爲降低噴施農藥對環境造成之污染與危害，目前已朝向採用低壓噴施作業。爲了提高單位時間之作業效率，並以組合方式，加寬一次作業之涵蓋面；職是之故，桿式噴藥機應運而發展。

本省爲解決農作物病蟲害防治作業僱工困難之瓶頸，徹底改變農友使用農藥之習慣，降低農藥在農產品之殘留，及達成合理、經濟使用農藥之目標，稍早即致力於新型高性能噴藥機之開發，除由行政院農業委員會計畫補助引進高架式噴霧機，進行試驗研究外；緣據張等[2]之出國研習報告，農委會自國外引進曳引機承載式氣輔桿式噴霧器一套，配合稍早引進之高架式噴霧機進行田間試用與分析，並將兩型噴藥機之技術加以整合後，在83－85計畫年度內完成同類型油壓驅動之高架氣輔噴藥機壹部。唯所完成之大型油壓驅動式高架氣輔噴藥機，其龐大之機型在本省小區劃農田使用時較爲不便，效益不彰，市場潛力降低，國內農機廠商生產意願低落，勢需重行規劃與設計符合本省農田作業特性及單價較低之機型以爲因應。

材料與方法

爲因應本省目前農作物栽培作業之需求，利用近似高架之底盤，搭載柴油引擎作爲全機之動力，並將吸送水泵浦、噴桿及噴頭等噴藥用組件、軸流式鼓風機、氣囊、噴桿舉升機構等裝配在底盤上，形成氣輔桿式噴霧機之基本作業系統。本機之噴藥系統，採用5 kg/cm^{2}之低作業壓力，以取代傳統20 kg/cm^{2}之高壓噴霧作業模式。本計畫於完成試驗用雛型機之研製後，即利用Ohas牌電子天秤、風速計、量杯、水試紙、電子試算表等進行田間試驗、資料蒐集與分析，同時對各單獨系統及整體機構進行

必要之修正與改良。

結　果

本研究計畫所開發之氣輔桿式噴藥機，其機構組成根據其作業功能別，可區分為承載機構用之本機底盤與噴藥作業總成兩大部份。其機構組成與配置，及試驗改良結果分別說明如後。

一、承載用本機底盤：

為配合本省小坵塊規劃農田作業需求及使用對象作物繁雜之作業特性，本型噴藥機之底盤採用對地淨空較大之近似高架底盤，其離地高度為 65 cm。底盤以方型鋼管及槽型鋼為材料焊製後，經磷酸淋洗鍍鋅處理加工，防止生銹以延長使用年限，減輕保養作業負荷。本機底盤靜置之長、寬及高之基本規格分別為 330 cm×194 cm×167 cm，在作業時展開噴桿之涵蓋總寬度為 673 cm。本型底盤使用四輪轉向與四輪傳動，其輪距、軸距分別為 120 及 123 cm；轉向機構採用油壓動力方向盤，轉向半徑 2.6 cm，操向作業輕易、靈活。四輪驅動底盤之設計，為克服在崎嶇地面行駛時，因地形高低之劇烈變化引起單一車輪懸空，導致失控現象，一般均以浮動式設計來承載車輪系統，唯其機構較傳統之結構複雜；本研究之輪軸承載系統仍以傳統之固定方式裝置，但軸距則經過分析與經驗之整合，實際作業時可避免上述現象之發生。

本機搭載水冷式 16 馬力之柴油引擎，作為全機作業動力之來源，其動力之傳導由引擎出力軸上之Ｂ型三角皮帶輪，藉三角皮帶分別將動力傳至變速箱（皮帶輪徑比為 3.5：8.5）及中繼軸（皮帶輪徑比為 3.5：3），而中繼軸又將動力傳送到軸流式鼓風機（皮帶輪徑比為 5：4）；變速箱之齒輪配置，計有主變速及副變速，低、中及高速與後退檔等不同速別，相關動力機構示意如圖 1 所示。本機之最

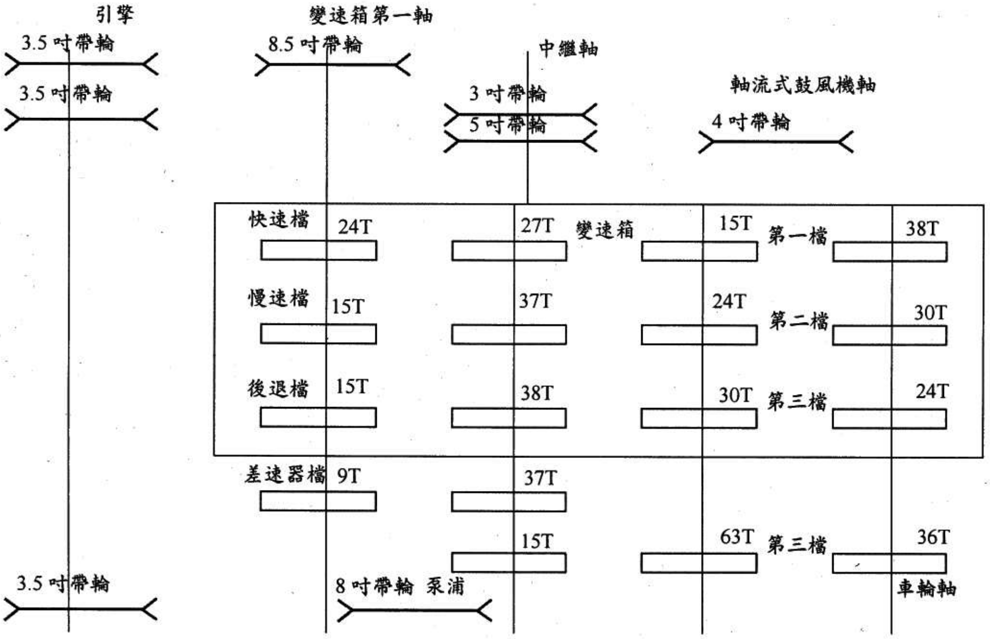


圖 1. 機構動力傳導示意

Fig. 1. View of the Power Transmission.

高與最低行走速度分別為 12.76 km/hr 及 2.43 km/hr，後退速度則為 4.89 km/hr 及 2.29 km/hr。

本機底盤使用 6.0×21 之橡膠輪胎，輪圈以厚鋼板裁切後加工焊接而成，無須使用特殊製造之水田專用車輪材料。輪軸之最終動力由（齒數比為 9：37）差速器傳導至球座式萬向頭，再傳送到齒輪箱（齒數比為 15：63：36）之終軸後，輸出至橡膠車輪軸。由於本機底盤使用橡膠輪胎，即使在路面高速行駛，亦無顛簸與搖擺之缺點。

二、噴藥作業總成：

噴藥系統為本機之主要作業機構（如圖 2），該機構由噴頭、噴桿、氣囊機構、噴桿舉升裝置、噴藥管路系統、抽送水泵浦、強制攪拌器、抽水用底閥、節流閥及藥液箱等元件組成。

㈠噴桿系統：本噴藥機採用 TeeJet XR11003VS 扇形低壓噴頭，以 45 cm等距裝置在 15.9 mm管徑之不銹鋼噴桿上，計分為五個分支管路，分別裝置在導氣槽前側邊緣上。在每一分支噴藥管路上安裝三只噴頭，自成一獨立之噴藥管路。中間一節之噴桿係與氣囊導槽固定聯結後，利用以氣囊材料作成之連接管與軸流式鼓風機形成一體，並以四連桿裝置承載於本機機架上，以便在作業中舉升或降低整體噴桿機構。左、右兩側之噴桿則以油壓缸連桿機構與中間一節噴桿，以樞鈕結構連結，藉油壓缸之伸縮完成兩側噴桿之展開與折疊。

㈡藥液供應系統：由物理牌 WL51 型柱塞式泵浦、過濾器、吸水底閥、高壓水管、制水閥等元件組成，制水系統具備一主控制節流閥，以直接控制自泵浦送出，供應五分支噴藥管路之 5 kg/cm^2 高壓藥液外，在各分支管路並有個別之獨立控制閥，達成多段控制藥液輸出之目標。水箱清水之補充作業，仍使用噴藥用之泵浦，以水箱中之殘餘水為『引水母』，經泵浦抽取並送入底閥管路中，藉管路眞空作用將水抽入水箱中，約需二分鐘即可注滿水箱。在駕駛座後方水箱外側，浮貼水位標示尺規，可大致查知水箱中藥液之殘餘量；水箱則以玻璃纖維為材料，容量為 350 公升。藥液泵浦之作業轉速為 960rpm，每分鐘之排水量為 60 公升。

㈢軸流式送風裝置：以長 205 mm之扇葉 8 片組成外徑 605 mm之軸流式鼓風機主體，被覆鼓風機之外殼直徑為 620 mm。為調整氣流在氣囊涵蓋面分佈均勻性，在鼓風機出風口加裝導流扇葉。鼓風機與氣囊間，以總長具有相當裕度之連接導管連接；氣囊之外形為上、下底圓直徑分別為 500 mm及 250 mm之錐狀狹長開口袋，藉圓形尼龍繩崁於氣流導槽之滑槽上以為固定。氣流導槽為鐵板製作之梯形槽，其上、下底及高分別為 85×15×110 mm。

㈣噴桿升降機構：噴桿之升降與折疊作業，係利用油壓機構來完成；本系統之動力由主機柴油引擎供應，系統元件採用久保田牌 KPU53 型油壓泵（液壓油容量為 3 公升）及 230 mm×20 mm之油壓缸。作業中噴桿之升降範圍介於 65 cm與 112 cm之間，氣囊出風口之對地角度可由操作者視田間自然氣流速度變化，於作業中自行利用油壓缸逕行調整，以獲得最佳之作業環境，發揮氣輔式藉高速氣流攜帶霧粒，阻絕外界氣流之干擾，降低噴藥作業受自然氣流條件限制之窘境。

三、田間試驗結果與分析：

為瞭解雛型噴藥機噴頭出水量之均勻性、葉表及葉背藥液附著度與輔助氣流速度及其流量分佈等基本作業性能，分別進行噴頭出水量測試分析、葉表及葉背藥液附著試驗調查及輔助氣流分佈特性檢測等田間試驗工作；同時為確認本機在水田之作業性能，利用滿載之噴藥機在水稻田行駛，觀察其行駛機構之性能。各項試驗與觀察結果說明如後。

㈠噴頭出水量測試分析：

本機合計有五個分支噴藥管路，一分支管路裝置三個 TeeJetXR11003VS 扇形低壓噴頭，為收集各單一噴頭在一分鐘內之出水量，在各噴頭外緣套上一節透明塑膠管，再利用 2,000 cc之燒杯在膠管出口承接，防止 5 kg/cm^2 低壓水噴出後濺散或互相干擾。經重復收集九次後，利用電子試算表進行分析與條狀誤差線圖之繪製，以分析各噴頭出水量與總平均出水量±10％誤差、

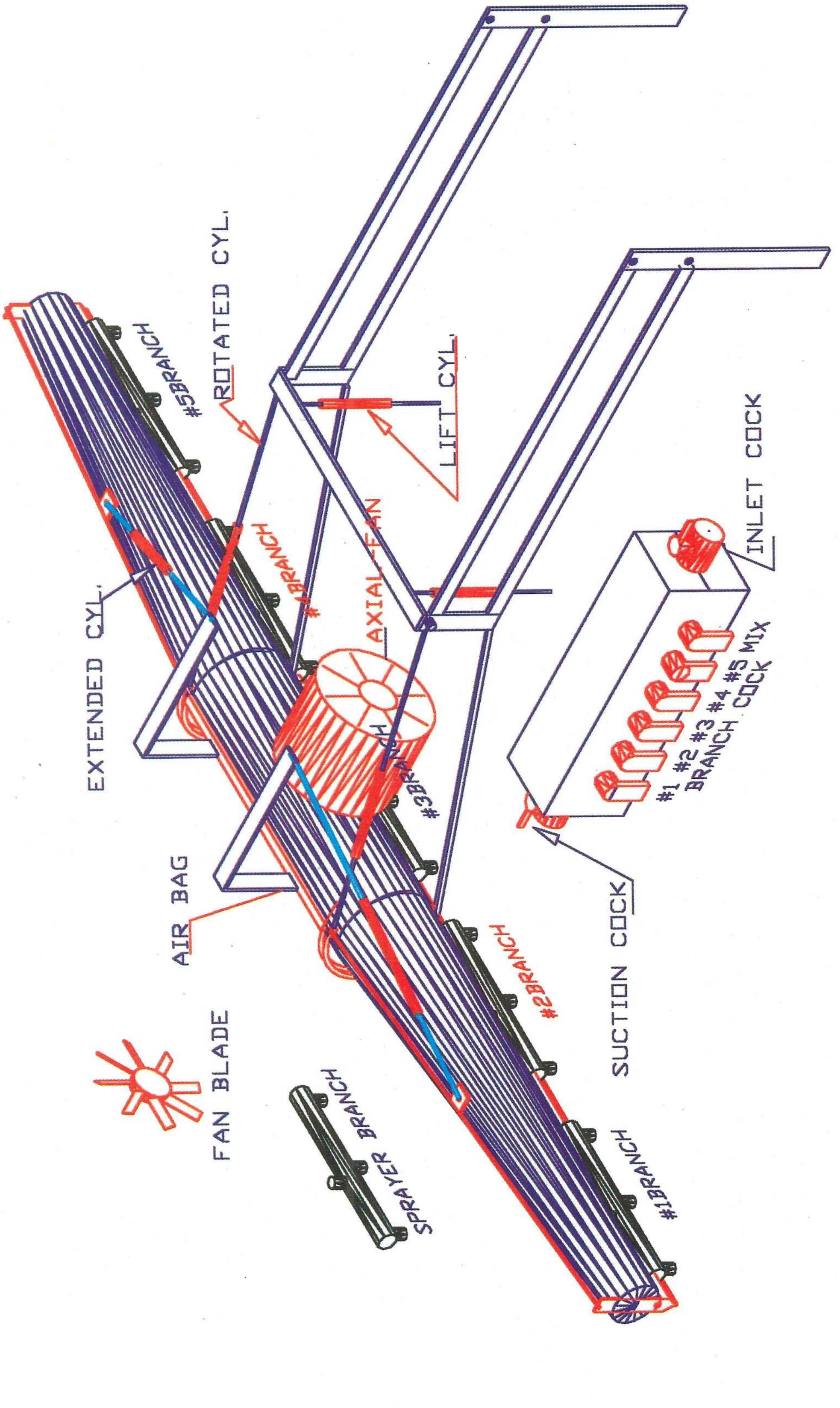


圖 2. 噴藥機構總成
Fig 2. Sketch of the Sprayer.

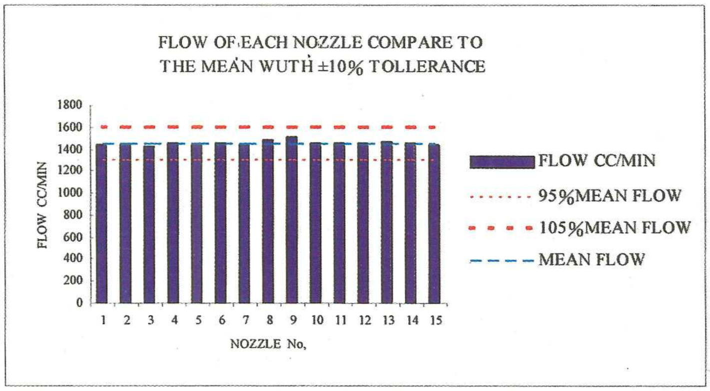
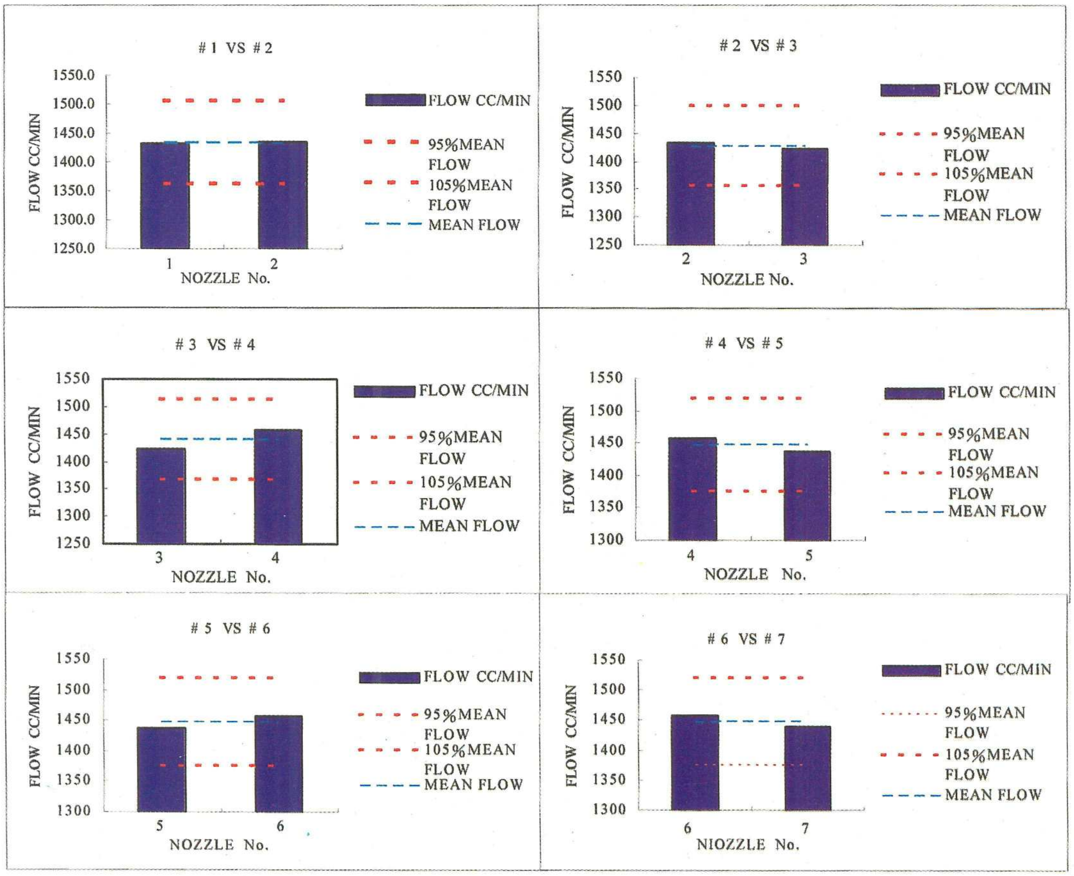


圖 3. 噴頭每分鐘流量對總平均±10 %比較

Fig. 3. The flow rate of each nozzle compared to the total average with ±10 % tolerance.



(Continued on next page)

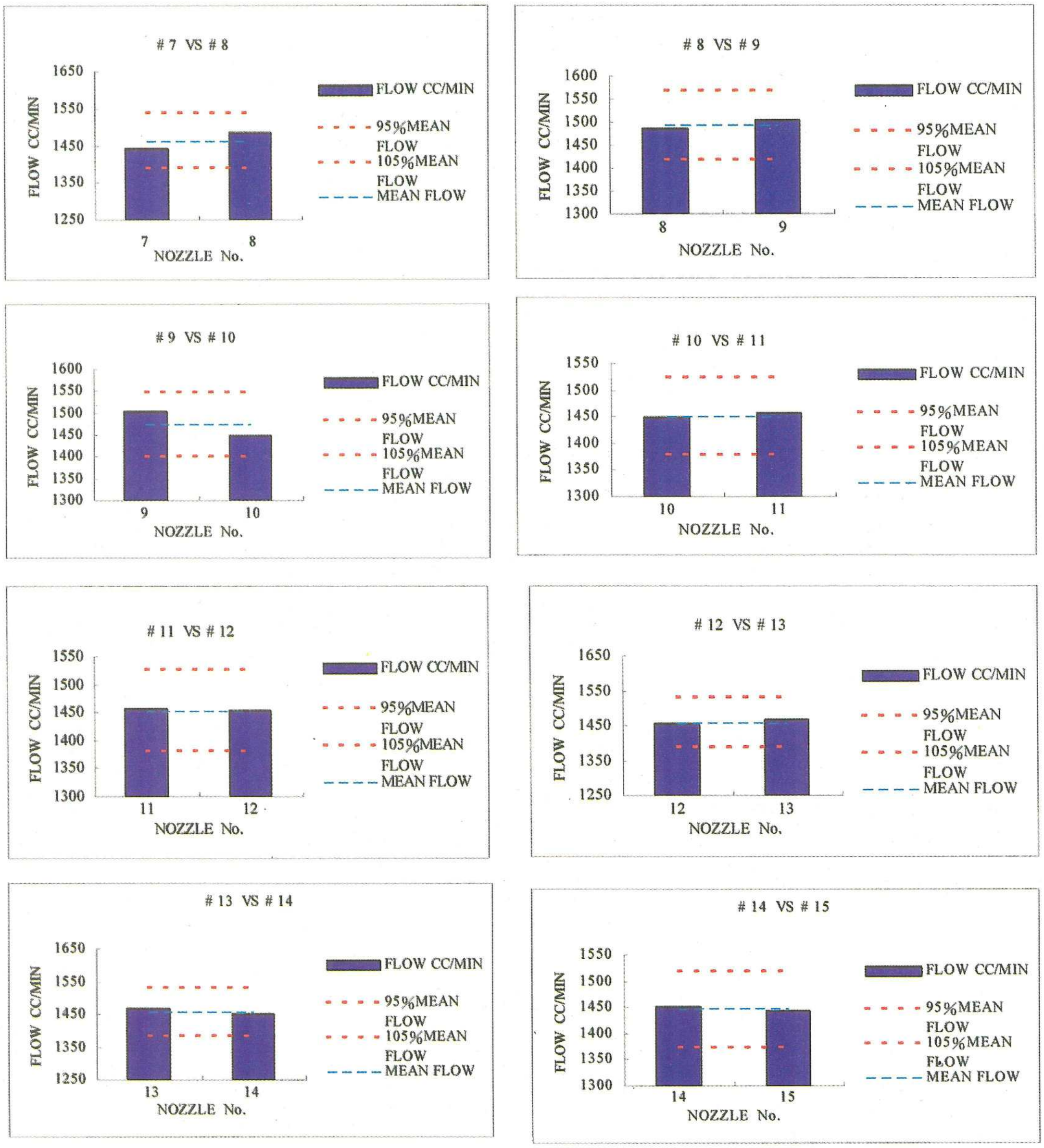


圖 4. 相鄰噴頭每分鐘流量對總平均±5 %比較

Fig. 4. The flow rate of the adjacent nozzles Compared to the average with±5 % tolerance.

相鄰噴頭平均值±5 %誤差之分佈情形等性能資料。經電子試算表計算結果，各噴頭出水量未超過總平均出水量±10 %之標準值；至於比較相鄰噴頭出水量結果，亦未超過兩者平均出水量之±5 %，顯示噴頭間之出水量分佈極爲穩定，其誤差比較圖如圖 3 及圖 4 所示，各噴頭流量及其容許誤差值如表 1。

表 1. 各噴頭每分鐘流量

Table 1. The Flow rate of each nozzle.

FLOW CC/MIN 90%	MEAN FLOW 110%	MEAN FLOW	MEAN
1432.4	1289.2	1575.6	
1434.5	1291.1	1578.0	
1422.6	1280.3	1564.9	
1457.6	1311.8	1603.4	
1436.9	1293.2	1580.6	
1457.9	1312.1	1603.7	
1440.7	1296.6	1584.8	
1485.9	1377.3	1634.5	
1503.2	1352.9	1653.5	
1447.1	1302.4	1591.8	
1455. 3	1309.8	1600.8	
1453.1	1307.8	1598.4	
1466.4	1319.8	1613.0	
1450.2	1305.2	1595.2	
1443.9	1299.5	1588.3	1452.5

㈡葉表及葉背藥液附著度：

本機在距離馬鈴薯植冠 50 cm之高度進行噴藥作業，將水試紙夾住葉片之表面及背面，並以釘書釘釘牢。俟水試紙上霧粒乾燥後，卸下各試紙觀察水試紙上因附著霧粒後變色面積之多寡與分佈情形，經由人工與標準圖鑑比較，以確定其附著度。同時利用影像處理技術[1]，經掃瞄各試紙後，利用分析軟體統計其影像像素之分佈，再與掃瞄標準圖鑑所得之結果，利用內差法以計算其對應量化附著度。以上兩種附著度表示法，目前仍未建立相關性；爲以儀器計測並量化表示附著度，仍有待進一步建立相關資料庫，藉統計技術，找出其相關係數，以建立量化指標。首先僅對藥液在葉表及葉背附著情形取樣三次，以標準圖鑑比對結果，將三次取樣之比對值平均後如表 2，葉表之附著度在 70 %以者佔總取樣樣本數之 100 %，至於葉背之附著度在 40 %以上者亦同樣高達 100 %，顯然本機之噴藥性能已達行政院農業委員會公告之國產農機性能測定標準中—桿式噴霧機之暫行測定標準。若以影像處理立場而言，其對應之量化附著度指數如表 3。至於利用標準圖鑑與影像數值兩種方法來判定農藥之附著度，前者較易因主觀判讀誤差造成所得數據間之個人差異，而後者以數值表示雖較科學，但在建立生物性功能資料庫前，似僅可供參考，要直接以影像數值表示時，仍有待往後之資料建立，與應用統計分析法以建立其相關參數之權重，以確立該影像數值之權威性。前田間試驗噴施之對象作物爲馬鈴薯，其葉片及株桿相對於甘藍菜較爲柔軟，爲確認本機在葉片較硬挺如甘藍者之作業效果。經在種植二個月已開始結球之甘藍田進行試驗（圖 10），試驗時測得離地 50 cm高大自然氣流

之流速為2—3m/s，噴頭距離甘藍植冠 48—51 cm，同樣利用水試紙收集藥液在葉片上之附著情形，以標準圖鑑比對結果，將三次取樣之比對值平均後如表 4；經分析結果顯示，葉表之附著度在 70 %以者佔總取樣樣本數之 100 %，而葉背之附著度在 40 %以上者亦同樣高達 100 %（圖 5 及圖 6）。

對於噴藥機使用輔助氣流與否，其藥霧在葉表之附著情形，從表 2 中可查知並無顯著之差異，但就葉背而言，兩者間則有明顯之差異存在，明確指出使用輔助氣流可提高藥霧在葉背之附著及確保施藥機之性能。

㈢輔助氣流速度及其流量分佈：

利用佐藤AIR—MAX SK—22A型風速檢測儀，在導氣槽下各噴頭位置量測輔助氣流之流速分佈梯度。本機之軸流鼓風機以 2,500rpm 轉速作業，產生平均速度大於 20m/s 之高速氣流，該氣流自鼓風機出風口吹出後，經直徑 620 mm之連結導管進入圓錐狀氣囊，再由氣囊之梯形導引槽出口，將高速氣流吹向自噴桿上噴頭附出之低壓農藥霧粒。為檢測該輔助氣流之速度，在噴頭正下方距出口 3.5 cm處以AIR—MAX SK—22A 型風速計測得各位置之平均風速為 22.7m/s，若在噴頭正下方距出口 42 cm處檢測時，輔助氣流之平均風速為 11.5m/s，各測點之氣流速度如表 5，其氣流速度分佈如圖 7，由圖中顯見導氣槽各噴頭位置，其氣流之速度並不十分均勻，其原因有待分析，並需進一步予以改良。對在自然風速小於 4m/s 之環境下作業，具備氣輔之作業應可完全不受自然風之影響；本機在前述流速下作業，輔助氣流之單位長度氣流流量為 0.34m^3/s/m[3,11]。

㈣水田作業性能觀察：

本型噴藥機在未經更換水田用輪，直接以本機所使用之橡膠輪胎在水田中行駛作業（圖 8 及圖 9），經觀察本機在水田中之作業情形，可以確定該機在水田亦能作業自如，絲毫不受水田土壤泥濘之影響，至於其噴霧性能因使用輔助氣流，其藥液附著情形應與在旱田之馬鈴藷或甘藍田作業時無太大軒輊。

表 2. 利用標準圖鑑比對在馬鈴薯之噴藥附著度指數

Table 2. The Spray deposition Index of Potato With respect to the Standard Chart.

SAMPLE	AIR—ASSISTED		NON AIR—ASSISTE	
	UPER SIDE	BOTTOM SIDE	UPPER SIDE	BOTTOM SIDE
1	100	56.7	96.7	26.7
2	100	56.7	80	46.7
3	86.7	43.3	100	23.3
4	100	76.7	100	10
5	86.7	66.7	100	33.3
6	86.7	53.5	100	26.7
7	100	70	100	20
8	96.7	73.3	86.7	16.7
9	96.7	63.3	96.7	23.3
10	90	53.3	86.7	23.3
MEAN	94.4	61.4	94.7	25.0

表 3. 利用影像技術分析在馬鈴薯之噴藥附著度指數

Table 3. The Spray deposition Index of Cabbage with respect to the Standard Chart.

SAMPLE	AIR—ASSISTED			NON AIR—ASSISTED		
	UPPER SIDE	BOTTOM SIDE	STEM	UPPER SIDE	BOTTOM SIDE	STEM
1	96.5	84.5	90	100	53	88
2	100	87	95	97.5	58.5	88.5
3	100	81	94.5	97	56.5	92
4	95	67	94	98	21	93
5	98	61	88.5	93.5	32	94.5
6	100	66.5	91	100	89	84.5
7	97.5	68	94.5	91.5	54.5	92
8	100	85	90.5	94	54	91.5
9	95	83	91	100	57	83
10	100	74.5	93	99	47	85.5
MEAN	98.2	75.8	92.2	97.1	52.3	89.3

表 4. 利用標準圖鑑比對在甘藍之噴藥附著度指數

Table 4. The Spray deposition Index of Cabbage with respect to the Sandard Chart.

UPPER SIDE	BOTTOM SIDE	STEM
100	93.3	76.7
96.7	83.3	83.3
96.7	83.3	76.7
100	90	86.7
96.7	90	86.7
96.7	86.7	90
96.7	86.7	76.7
96.7	96.7	83.3
90	86.7	83.3
100	83.3	80

表 5. 氣囊道槽不同位置氣流速度

Table 5. The Velocity Distribution of the air flow at 3.5cm beneath the outlet of the slot.

Sample	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Vm/s	24	23.5	23.5	23	24	23	23	23	22	22	21.5	22	22	22	23

圖 5. 在甘藍植株上之附著情形

Fig. 5. The Spray Deposition on the cabbage.

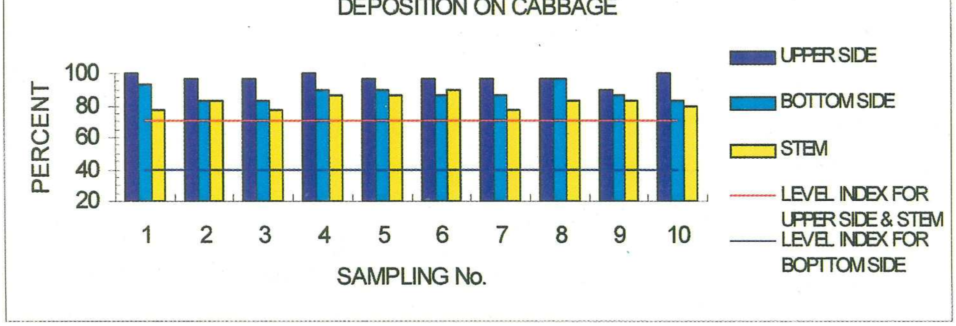


圖 6. 在甘藍植株上之附著度對標準圖鑑之比較

Fig. 6. The Spray Deposition on the cabbage with respect to the Standard chart.

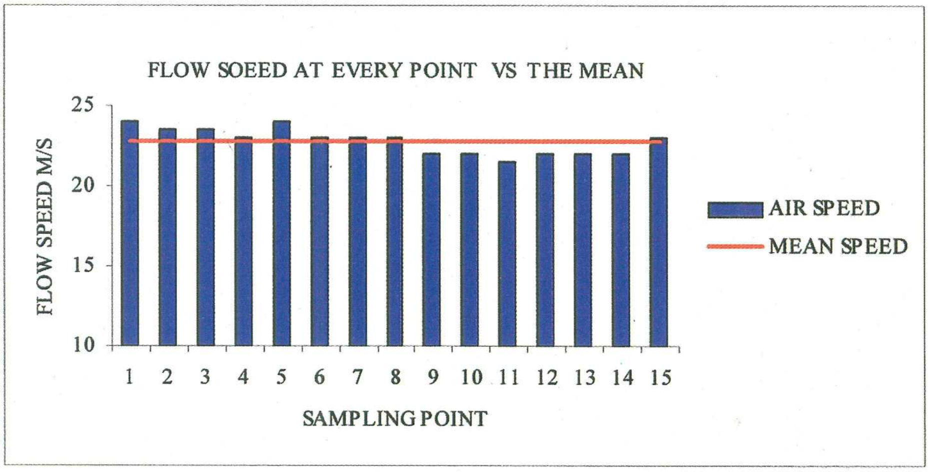


圖 7. 在出風口下 3.5cm 處輔助氣流之分佈

Fig. 7. The Velocity Distribution of the air flow at 3.5cm beneath the outlet of the slot.

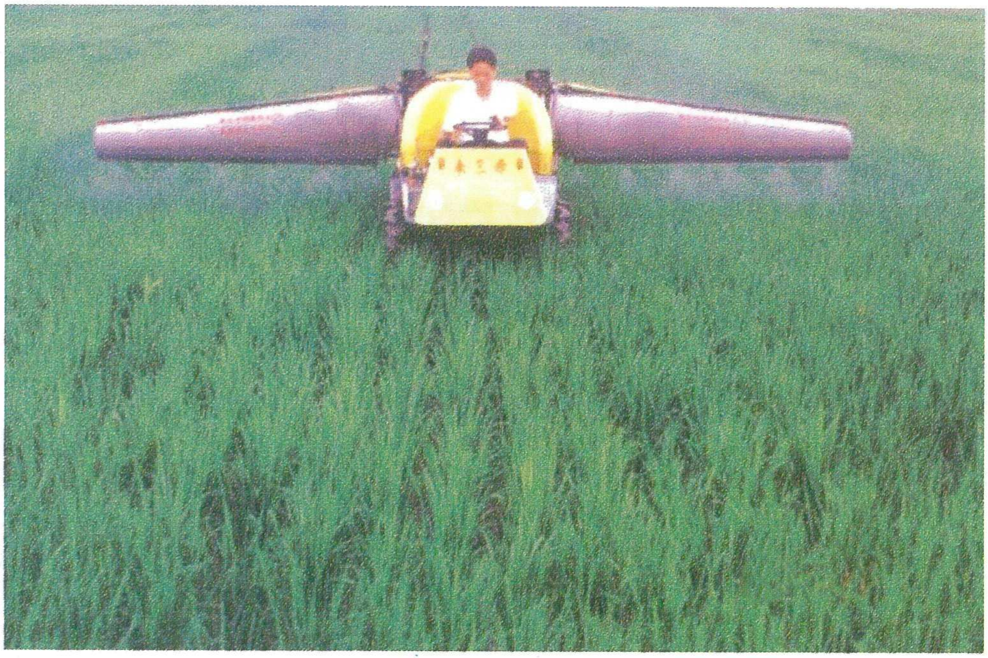


圖 8. 噴藥機在水田作業

Fig. 8. The Air-assisted boom sprayer operating at the paddy field.

圖 9. 噴藥機在水田作業後之田間

Fig. 9. The paddy field pattern after the operation of the sprayer.

圖 10. 噴藥機在甘藍作業

Fig. 10. The Air-assisted boom sprayer operating at the cabbage farm.

討　論

噴藥機噴頭流量均勻性之良否，直接影響病蟲害防治效果。而噴頭之選擇，除了必須配合作業需求使用正確之噴頭型式外，噴頭製造公差爲一必需考量之因素。在試驗取樣過程中，除了人爲之取樣誤差可導致個別噴頭出水量有差異外，噴頭製造公差不一爲形成出水量偏差之主因。經檢測部份國產噴頭，其製造公差顯失一致性，爲求本型噴霧機之正常作業性能，建議使用者應愼選適用之噴頭。此外，本機係採低壓噴霧作業，所使用之TeeJet XR11003VS噴頭爲低壓作業用，較不適合在高壓環境下使用，以免加速噴頭之蝕損，造成使用成本增加，更重要的是噴頭蝕損後，無形中改變農藥正確使用量，形成環境污染或嚴重之農藥殘留。在使用上須注意之另外一個問題爲噴頭阻塞，造成作業中噴頭阻塞之原因可能爲稀釋用水源有雜物、未使用過濾網或濾網網目太大等，爲使用上必須特別留意者。

輔助氣流之應用除了可以增加藥液在葉背之附著度，提高病蟲害之防治效果外，對降低噴藥對環境之污染，以及利用氣流之高動量，減少因自然氣流對施藥環境之限制，大幅提高噴藥機之利用率。本機之軸流式鼓風機在3,000rpm轉速下運轉時，可產生流速30m/s以上之更高速氣流，唯是否需要如此高速氣流，仍有待進一步之探討與分析。至於氣囊出風口對地角度，除了需針對作業環境氣流作適當之因應外，最佳之作業角度，尙須再作深入之檢討[3,11]，建立正確之使用技術，指導使用者操作本機，以發揮最大之機械效益。

目前對噴藥機性能中最受矚目之藥液附著度一項，因未建立量化之量測用指標，目前仍應用標準圖鑑來比對，但其正確度因人、因時而互有差異，顯然相當不科學，解決之道應整合植物保護技術，藉螢光劑試劑之施放，以追蹤並定量分析試劑附著之劑量[9]，或利用影像像素之建立，以建立量化之鑑定指標。

本型噴藥機目前使用離地65 cm之近似高架底盤，在本省農田一般作物均可應用自如，唯如應用在其他較高莖之作物時，可酌量加大離地淨空後，即可發揮本機之作業特性。

誌　謝

本研究計畫承永三源農機廠之合作、研究與開發，謹此致謝。

引用文獻

1. 邱相文。1997。影像處理技術應用於噴霧沈積之分析研究。國立中興大學農業工程學研究所碩士論文。
2. 張國輝、劉達修、蔡致榮及邱銀珍。1992。研習自動化病蟲害防治技術。行政院農業委員會農漁牧產業自動化八十一年度人才培育計畫出國研習報告。
3. 蔡致榮與H.E.Ozkan.1998。氣流屏蔽式施藥系統之設計評估。中華農業研究47(1)：71—94
4. Hislop, E. C. 1991. Air—assiste crop spraying: an introductory review. BCPCMONO NO. 46 Air—assisted spraying in crop protection. pp.3—14.
5. Hislop, E. C., N. M. Western, B. K.Cooke and R. Bulter. 1993. Experimental air—assisted spraying of young cerealplants undercontrolled conditions. Crop Protection 12: 193—200.
6. Panneton, B., H. Phillion and R. Theriault. 1996. Spary chamber evaulation of air assisted spraying. ASAE Paper No. 96—1078, ASAE, St. Joseph, MI49085.
7. Quanquin, B. J. 1995. Air—assist applied to field sprayer. Proceedings of National conference on pesticide Application Technology, University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada. pp.124—126.
8. Smith, D. B., F. D. Harris and B. J. Butler. 1982. Shield sprayer boom to reduce drift. Transaction of the ASAE 25(5)：1136—1140, 1147.
9. Staniland, L. N. 1959. Fluorescent trace techniques for the study of spray and dust deposits. J. Agric. Eng. Res. 4 (5)：110—125.

10. Taylor, W. A. and P. G. Anderson. 1989. The use of air assistance in field crop sprayer to reduce drift and modify drop trajectories. Proceedings of Brighton Crop Protection Conference—Weeds 2,631—639.

11. Tsay, J. R. M. S. 1997. Effect of Pneumatic and Mechanical Shields on Spray Deposition and Drift. Ph. D. diss., The Ohio State University.

12. Watson, D. G. and R. L. Wolff. 1985. Air carrier technique for row crop spraying application. Transaction of the ASAE 28 (5) : 1445—1448.

13. Zhu, Heping. 1996. Reduction Metering Lag and Nonuniformity for Injection Sprayer Applying Highly Viscous Fluids. Ph. D. diss., The Ohio State University.

The Development of an Ait-assisted Boom-sprayer[1]

Lien-Sheng Linag, Long-Hu Lu and Shiu-Rong Yen[2]

Summary

The air- assited boom sprayer comsists of two main assemblies which are the frame with a diesel engine and the spraying system. The spraying system has five branches of hoses in which 3 pieces of TeeJet XR11003 VS nozzles are installed. By the help of air assistance, the droplet deposition on plants may be increased to a more reasonable level than that of the traditional sprying device. The flow rate of each nozzle compared to the total mean is not over the level with a tolerance of±10%around the average. And the adjacent nozzle flow difference is also within its average±5%. As to the deposition on the upper side of a leaf and the stem, more than 90% of the sampling is leading upto a 70% significant level compared to the reference index chart. With the same procedure the deposition on the bottom side of a leaf was found that more than 90% of the sampling is leading upto a 40% lvevl.

Key words : Air-assited, Boom sprayer.

1. Contribution No.1943 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Head and Senior Engineer, Specialist and Assistant, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.